SINTEF RAPPORT

Stiftelsen for industriell og teknisk forskning ved Norges tekniske høgskole

N - 7034 Trondheim

Telefon: (07) 59 30 00
Telex: 55 620 SINTF N
Telefax: (07) 59 24 80

Rapportnummer
STF61 F92004

Gradering
~~Fortrolig~~ Åpen

Rapportens tittel VEGSALTINGS BETYDNING FOR FRIKSJONSEGENSKAPENE TIL BILDEKK	Dato 1992-05-15
	Antall sider og bilag 21 sider + 7 bilag
Saksbearbeider/forfatter Leif J. Bakløkk og Stein Hoseth	Ansv. sign. R.S. Nordal
Avdeling Vegteknikk	Prosjektnummer 610332
ISBN nr.	Prisgruppe NOK 150

Oppdragsgiver Vegdirektoratet, Vedlikeholdskontoret	Oppdr.givers ref. R. Støtterud

Ekstrakt

Salting av veger har ført til en del reaksjoner fra publikum. Blant annet er det hevdet at salt forårsaker belegg på bildekkene og at dette gjør dekkene glatte.

Denne rapporten gjengir resultatene fra en undersøkelse i Tromsø, der en under mest mulig kontrollerte former kjørte like dekk på forskjellige føreforhold. En har undersøkt friksjonsegenskaper og belegg på de ulike dekkene.

De utførte undersøkelsene gir ikke grunnlag for å hevde at salting fører til belegg på dekkene og derav reduserte friksjonsegenskaper.

	Stikkord på norsk	Indexing Terms: English
Gruppe 1	Vegteknikk	Highway engineering
Gruppe 2	Friksjon	Friction
Egenvalgte stikkord	Vegsalting	Salt
	Belegg	Coating

FORORD

Salting av veger for å unngå ising er et tiltak som har økt i omfang de senere årene. Dette har ført til en rekke reaksjoner fra publikum. Det har vært hevdet at saltingen forårsaker belegg på dekkene, og at det dermed blir værre å kjøre på det usaltede vegnettet.

I Tromsø har en derfor utført en undersøkelse om vegsaltingens betydning for friksjonsegenskapene til bildekk. Prosjektet har vært utført i samarbeid mellom Statens vegvesen i Troms, Biltilsynet i Tromsø og SINTEF Vegteknikk. De praktiske forsøkene er utført av Statens vegvesen og friksjonsmålingene av Biltilsynet. SINTEF Vegteknikk har utarbeidet opplegget for undersøkelsen, bistått ved målingene og vurdert måleresultatene. Undersøkelsen av belegg er utført ved SINTEF Teknisk kjemi.

SINTEF Vegteknikks engasjement er finansiert av Vedlikeholdskontoret i Vegdirektoratet.

Undersøkelsen ble startet vinteren 1990-91 ogavsluttet våren 1992.

Vi takker alle medvirkende parter for godt samarbeid.

Trondheim, mai 1992

Leif J. Bakløkk / Stein Hoseth

INNHOLD

BILAG

1 INNLEDNING

Vintersesongen 1989-1990 ble det for første gang foretatt salting på enkelte veger i Tromsø-området. Dette medførte en del reaksjoner fra publikum. Blant annet ble det hevdet at salt forårsaker belegg på bildekkene, og at dette gjør dekkene glatte, noe som resulterer i at det blir verre å kjøre på det usaltede vegnettet i området. Dette er påstander en må regne med kommer til uttrykk flere steder etter hvert som det saltede vegnettet utvides.

Vegdirektoratet har derfor ønsket å få dokumentert hvorvidt vegsalting er årsak til at det dannes belegg på bildekk og hvordan dette eventuelt påvirker dekkenes friksjonsegenskaper.

2 UTFØRTE UNDERSØKELSER

En hadde to hovedmålsettinger med undersøkelsene. Dette var å få kartlagt

- **friksjonsegenskapene**
- **belegg på dekkene, både mengde og hva det eventuelt består av**

Undersøkelsene ble gjennomført ved at det ble satt opp et forsøksprogram der en under mest mulig kontrollerte former kjørte like dekk på forskjellige føreforhold. Både piggede og upiggede dekk ble undersøkt.

I tabell 1 er det gitt en oversikt over opplegget for de undersøkelsene som er gjennomført.

TABELL 1 Oversikt over de utførte undersøkelsene

DEKK-SERIE NR	FØRE-FOR-HOLD	INN-KJØR-ING 500 km	REN-GJØRING AV DEKK	EKSPO-NERING 1 100 km	TEST 1 FRIK-SJONS-TEST	EKSPO-NERING 2 400 km	TEST 2 FRIK-SJONS-TEST	EKSPO-NERING 3 1000 km	TEST 3		UNDER-SØKELSE AV BELEGG
									FRIK-SJON	BREMSE-LENGDE	
1	Saltet veg (våt)										
2	Våt usaltet veg										
3	Snø-/is-dekke										
4	Referanse-dekk										
5	Normal-forhold			Ekspoonering 1500 km varierte føreforhold							

Det ble leid inn fire like biler (VW Golf) til forsøkene, og ved starten ble det innkjøpt 32 dekk. Alle dekkene var av typen Viking Stopp 2000 (155R13). Halvparten av dekkene var pigget og halvparten var upigget.

Senere ble det innkjøpt et ekstra sett dekk (4 stk) med pigger, som etter innkjøringen ble kjørt på samtlige føreforhold og som kun ble testet ved den siste testingen (dekkserie 5).

I bilag 1 er det gitt en oversikt over merkingen av de ulike dekkseriene.

FIGUR 1 Biler som ble brukt til forsøkene

Før kjøringen på de respektive føreforholdene ble alle dekkene innkjørt ca 500 km på varierende føreforhold for å få "festet piggene".

Etter at dekkene var innkjørt ble de vasket rene for belegg med et rensemiddel og deretter skylt godt rene med såpe og vann. Dette for at rensemidlet ikke skulle ødelegge gummien. Dekkene ble deretter lagret i påvente av de ønskede kjøreforhold.

Undersøkelsene ble utført ved at de forskjellige dekkseriene ble kjørt på forskjellige føreforhold og så testet under like betingelser. Følgende føreforhold ble valgt:

1. **Våt saltet veg**
2. **Våt usaltet veg**
3. **Snø/isføre**

I tillegg ble en dekkserie (nr 4) benyttet som referansedekk. Disse dekkene ble innkjørt og rengjort, og var senere med under hver av testingene. I perioden mellom hver test ble disse dekkene lagret tørt innendørs.

Dekkserie nr 5 ble eksponert for alle de tre føreforholdene som serie 1, 2 og 3 ble kjørt under. Disse dekkene ble innkjøpt på et senere tidspunkt og ble derfor bare med i den siste testingen.

FIGUR 2 Dekk benyttet til forsøkene

Fra starten var det meningen at kjøringen på saltet og usaltet veg skulle gjennomføres på samme tidspunkt. Dette fordi en var usikker på om forskjellig lagringstid av dekkene kunne gi forskjeller ved friksjonsmålingene. Etter hvert ble det klart at dette var svært vanskelig å gjennomføre i praksis og kjøringen ble derfor tilpasset de opptredende føreforhold. Etter fullført kjørelengde ble dekkene så lagret frem til testing. I første eksponeringsperiode ble dekkene kjørt 100 km. Den første friksjonstesten (Test 1) ble utført 1991-03-21.

Dekkene ble deretter kjørt 200 nye km før neste test skulle utføres. Dette ble forsøkt utført 1991-04-04, men forholdene ble så ujevne med mildvær og oppløsning av isdekket på teststedet at forsøkene ble avsluttet. Dekkene ble derfor lagret til neste vintersesong for videreføring av forsøkene. Etter disse første kjøringene var det lite belegg på dekkene, og det ble derfor ikke funnet hensiktsmessig å ta prøver av belegget.

Ved oppstart neste sesong ble dekkene kjørt nye 200 km før testing. Tilsammen hadde dekkene da gått 500 km på de respektive føreforholdene. Den andre friksjonstesten (Test 2) ble så utført 1991-11-18.

Ved den siste eksponeringen av dekkene ble de kjørt 1000 km. Samlet kjørelengde før siste test ble da 1500 km i tillegg til innkjøringen. Den avsluttende testingen ble utført 1992-01-18 med måling av både friksjon og bremselengder. Etter dette ble det også utført undersøkelse av belegg på dekkene.

3 FRIKSJONS- OG BREMSELENGDEMÅLINGER

3.1 Friksjonsmåling

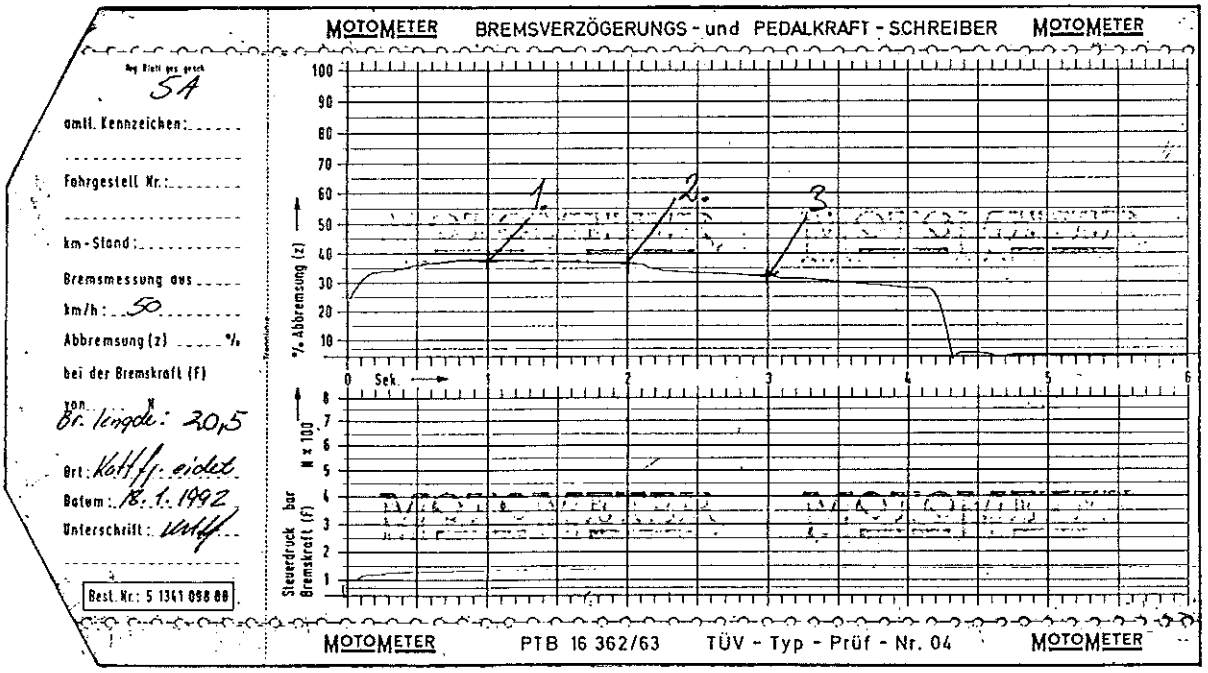
Etter at dekkene var eksponert for de respektive føreforholdene, ble alle testet under like forhold på snø/is-føre. Dette for å undersøke forskjeller i friksjonsegenskaper pga. de ulike miljøene dekkene hadde blitt eksponert for.

3.1.1 Utstyr og utførelse

Friksjonsmålingene ble utført med en friksjonsmåler av merke Motometer tilhørende biltilsynet i Tromsø. Måleren monteres i bilen og måler bremsekraften under oppbremsingen. Resultatene blir skrevet ut som en kurve, og friksjonen kan leses ut under hele opp-bremsingen. Målingene ble utført av biltilsynet i Tromsø.

For alle dekkseriene ble det foretatt målinger i 50 og 80 km/t. Det ble foretatt en oppbremsing ved hver hastighet på alle dekkeseriene.

For å ta ut en friksjonsverdi fra bremsetestene, ble friksjoner avlest for hvert av de første tre sekundene og det ble beregnet en middelverdi av disse.



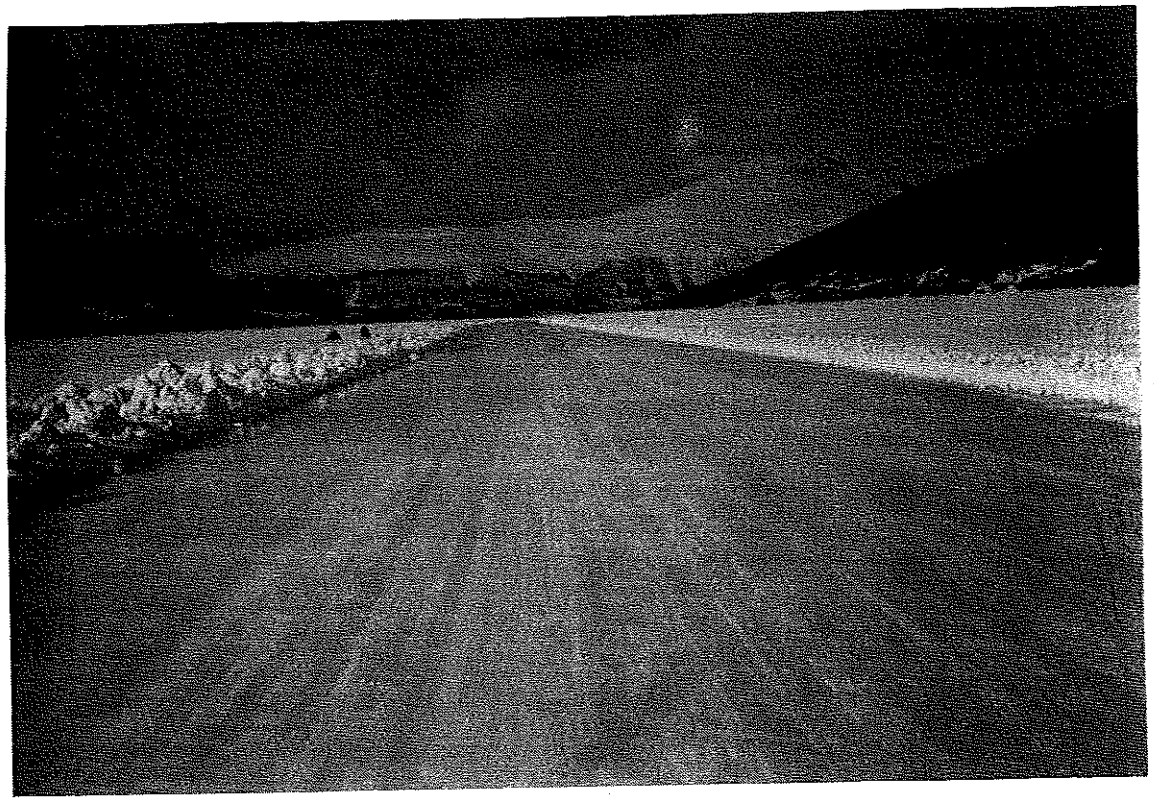
FIGUR 3 Utskrift fra frisksjonsmåler

Spredningen i resultatene er standardavviket i prosent av disse tre avlesningene.

3.1.2 Friksjonstest etter 100 km (Test 1)

Dekkene ble eksponert for de forskjellige føreforholdene i en kjørelengde på 100 km før friksjonstestingen. Dette ble valgt fordi en antok at beleggdannelsen ville skje relativt raskt.

Til de første friksjonsforsøkene ble det brøytet opp en strekning på Ramfjordisen utenfor Tromsø. Her håpet en å ha en god og holdbar isoverflate som hadde repeterbare forhold under forsøkene. Målingene ble utført 1991-03-21.



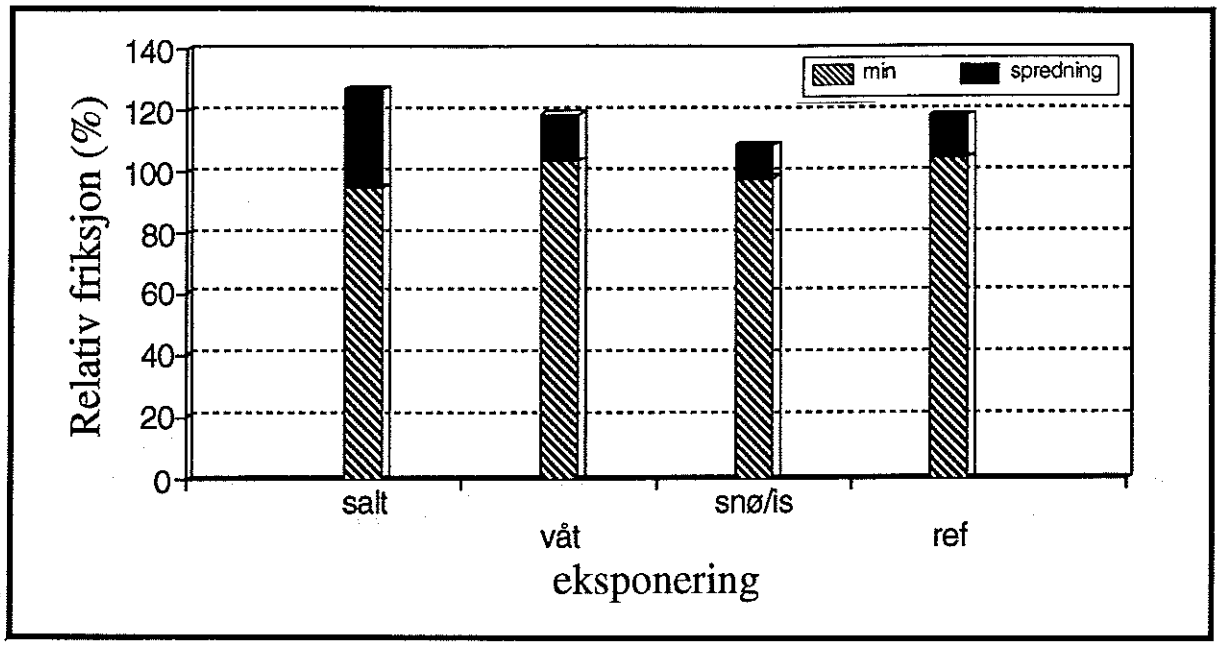
FIGUR 4 Prøvestrekning, Ramfjordisen

Resultatene fra målingene viser relativt høy friskjonskoeffisient (0.3-0.39) og små forskjeller mellom de forskjellige dekkene. Årsaken til dette er at isen hadde en ru overflate. Dekkmønsteret vil da være avgjørende for friksjonsegenskapene.

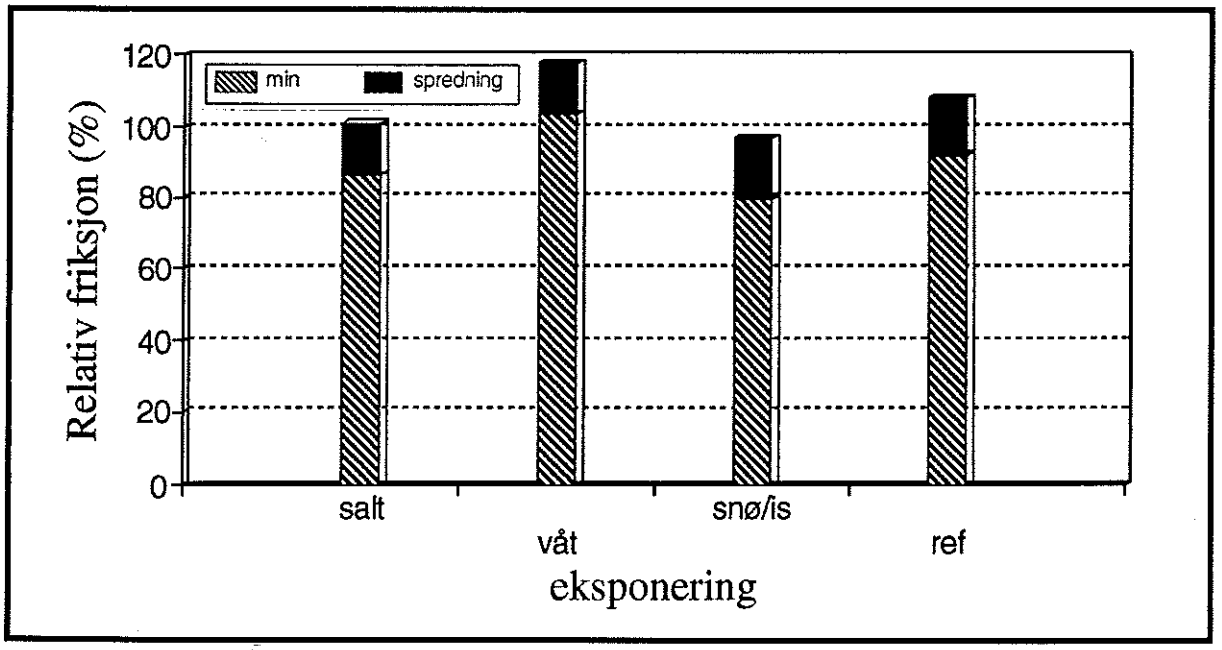
Det er beregnet en ***relativ friksjon*** for bedre å sammenligne måleresultatene. Som basismåling brukes middelverdien av friksjonen målt på referansedekkene uten pigger. Denne er satt til 100 %. De andre målingene er så relatert til denne, se bilag 2.

I figurene 5 og 6 er de relative friksjonsverdiene fremstilt grafisk. Det er her vist gjennomsnittsverdier for måling ved 50 og 80 km/t.

En ser at piggede dekk har noe høyere friksjon enn upiggede dekk. Dekkserie 3, som ble kjørt på snø/is, hadde lavest friksjon. De relative forskjellene er imidlertid så små og måleusikkerhetene såvidt store at en ut fra disse målingene ikke kan fastslå at de ulike føreforholdene gir forskjellige friksjonsegenskaper.



FIGUR 5 Relativ friksjon for dekk m/pigg (gjennomsnitt av måling ved 50 og 80 km/t)

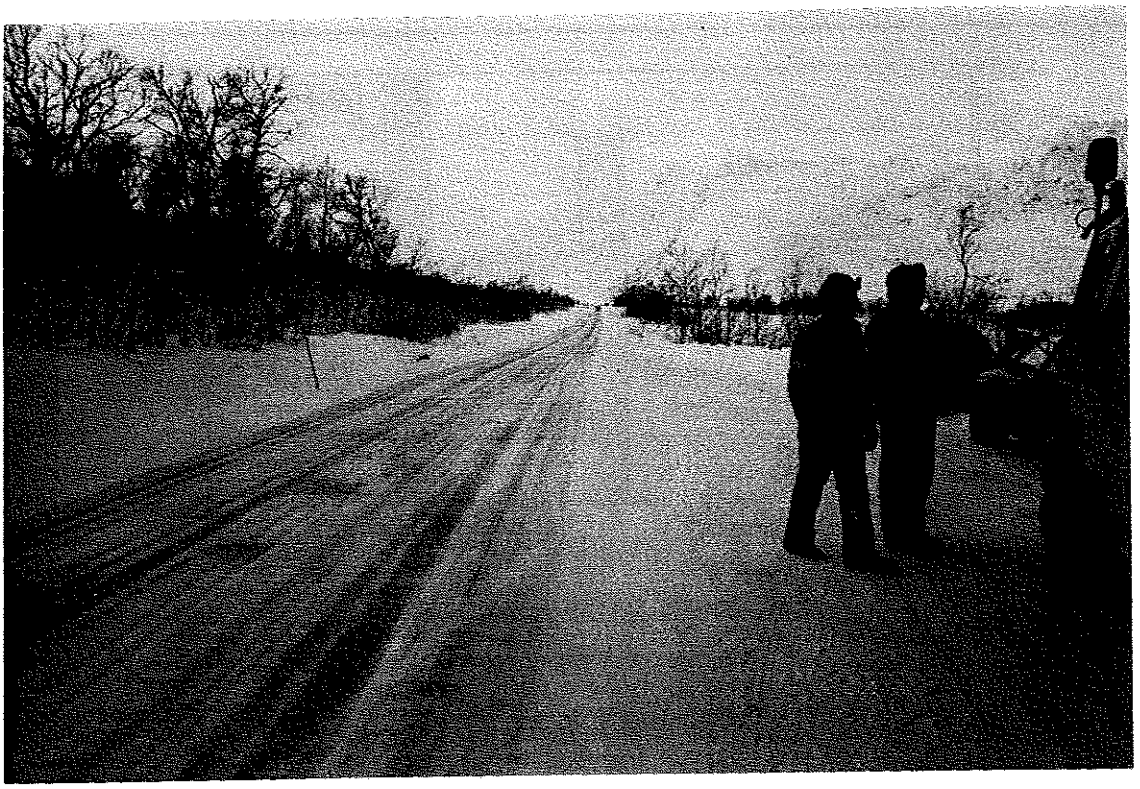


FIGUR 6 Relativ friksjon for dekk u/pigg (gjennomsnitt av måling ved 50 og 80 km/t)

3.1.3 Friksjonstest etter 500 km (Test 2)

Det ble forsøkt gjennomført en friksjonstest på Fv 51 i Nakkedalen 1991-04-04. Den måtte avbrytes pga. vær- og føreforholdene. Dekkene var da eksponert 300 km. Det var ikke mulig å gjennomføre flere friksjonsålinger denne første vintersesongen, og dekkene ble derfor lagret til neste vintersesong.

Neste vinter ble ny teststrekning valgt i Kattfjordeidet.



FIGUR 7 Teststrekning i Kattfjordeidet

For å få gjennomført eksponeringen i rimelig tid, ble det besluttet å kjøre på de forskjellige føreforholdene så snart været tillot dette og lagre dekkene til friksjonstesten skulle gjennomføres.

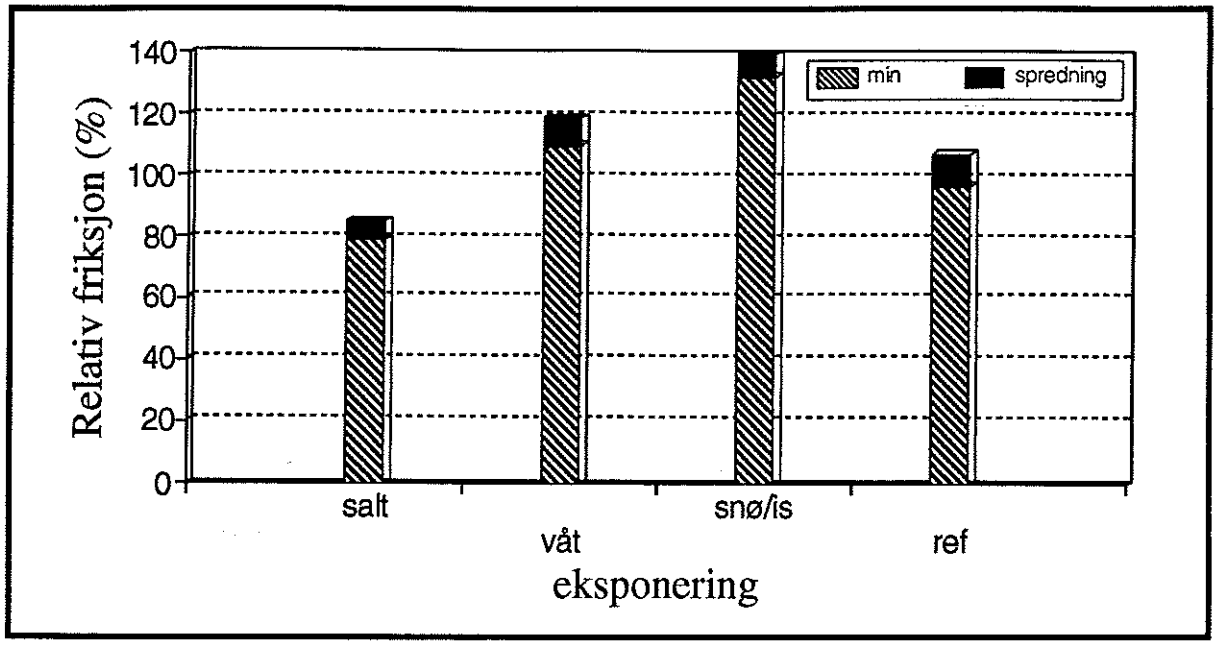
Dekkene ble kjørt nye 200 km før friksjonstesten, tilsammen 500 km eksponert kjørelengde.

Friksjonstesten ble gjennomført 1991-11-18.

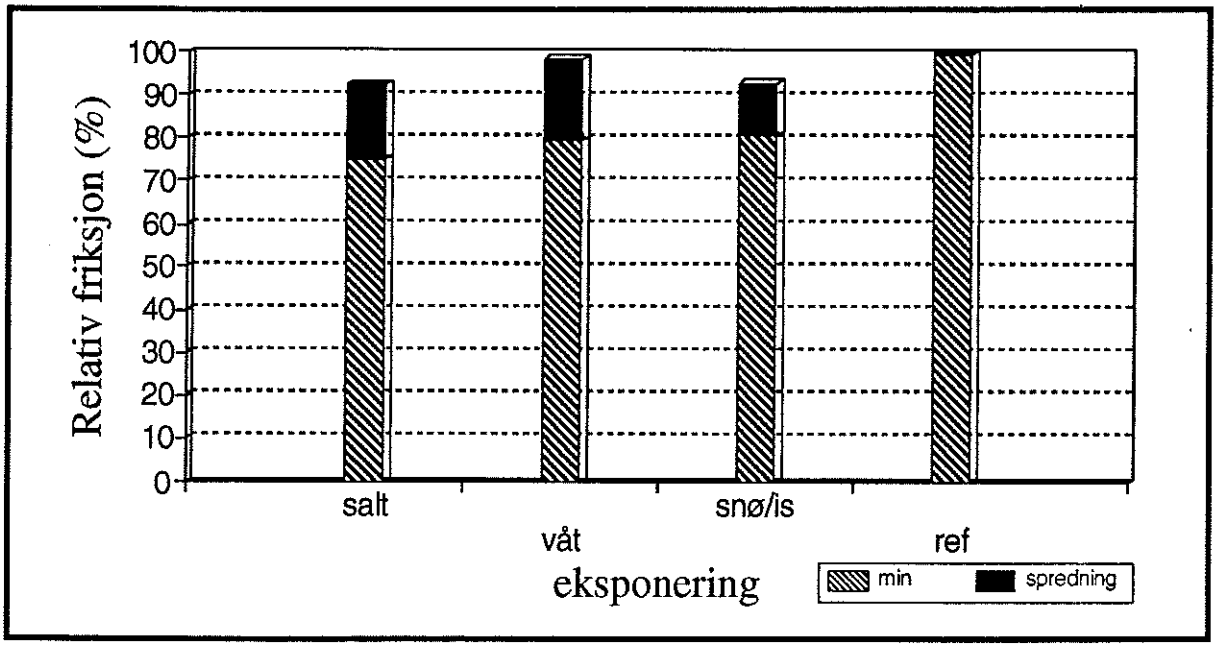
Det var relativt jevne forhold under testen. Vegen hadde et snø/is-dekke og temperaturen var ca -5^0 C. Friksjonen under forsøket var for:

- **piggede dekk 0.24-0.43**
- **upiggede dekk 0.23-0.30**

Data for målingene er gitt i bilag 3. I figurene 8 og 9 er de relative friksjonsverdiene for disse målingene fremstilt grafisk.



FIGUR 8 Relativ friksjon for dekk m/pigg (gjennomsnitt av måling ved 50 og 80 km/t)



FIGUR 9 Relativ friksjon for dekk u/pigg (gjennomsnitt av måling ved 50 og 80 km/t)

Utfra disse målingene ser det ut til at dekk m/pigg kjørt på saltet veg gir dårligst friksjon. Dekk kjørt på snø/is gir best friksjon.

For de upiggede dekkene var det relativt små forskjeller i målte friksjonsegenskaper for de ulike dekkseriene. Referansedekket hadde her best friksjon.

Dekk m/pigg kjørt på våt usaltet veg og på snø/is har bedre friksjon enn tilsvarende upiggede dekk. De andre har samme friksjon med og uten pigg. Det ble også etter denne testen konstatert lite belegg, slik at dekkene ikke ble rengjort for å undersøke dette nærmere.

3.1.4 Friksjonstest etter 1500 km (Test 3)

Det ble etter friksjonstesten ved 500 km eksponering besluttet å kjøpe inn en ekstra dekkserie m/pigg som skulle gå på blandet føre (snø/is, salt og våt). Dette for å få en dekkserie som tilsvarte dekk brukt på normal måte av bilistene.

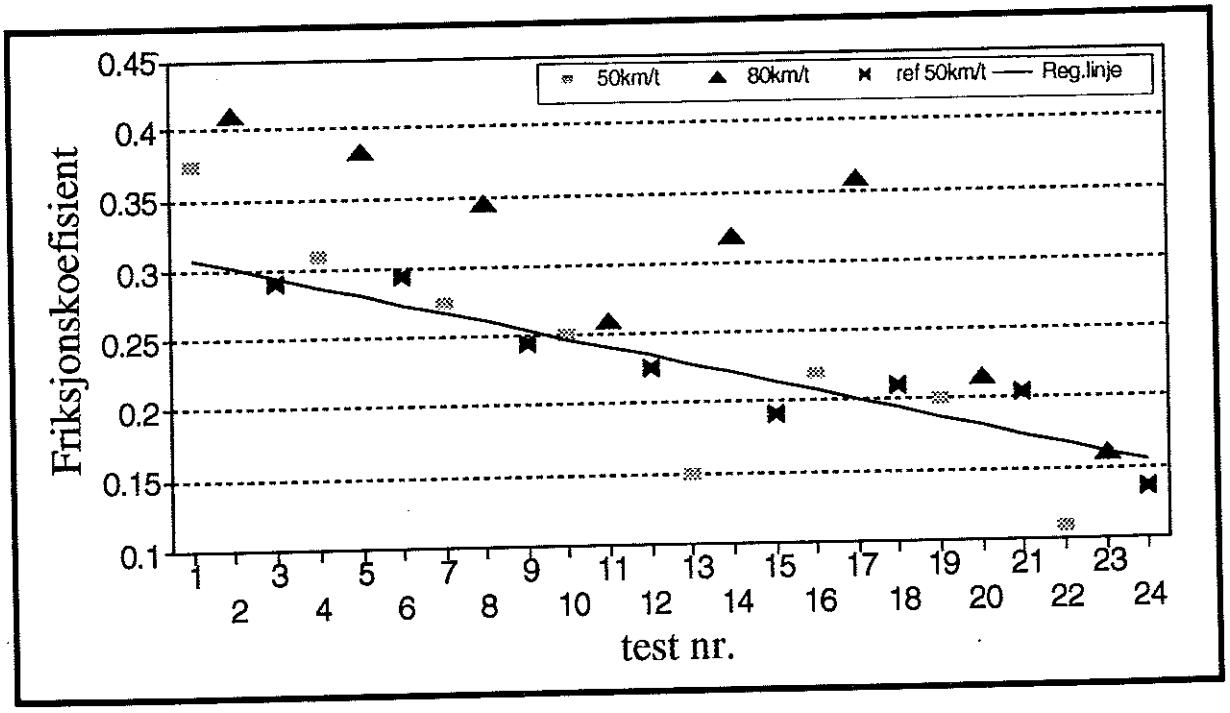
Disse dekkene ble innkjørt og vasket tilsvarende de andre dekkene og ble deretter kjørt 1500 km på blandet føre. Det ble gjort forsøk på friksjonstesting 1992-01-15 i Kattfjordeidet. Dette måtte avbrytes pga. kraftig snøfall.

Friksjonstesten ble gjennomført 1992-01-18 i Kattfjordeidet.

Ved denne testen ble det målt friksjon med referansedekk u/pigg i 50 km/t mellom hver dekkserie. Dette for å ha bedre kontroll med utviklingen av føreforholdene under testingen. Det ble i tillegg målt bremselengder.

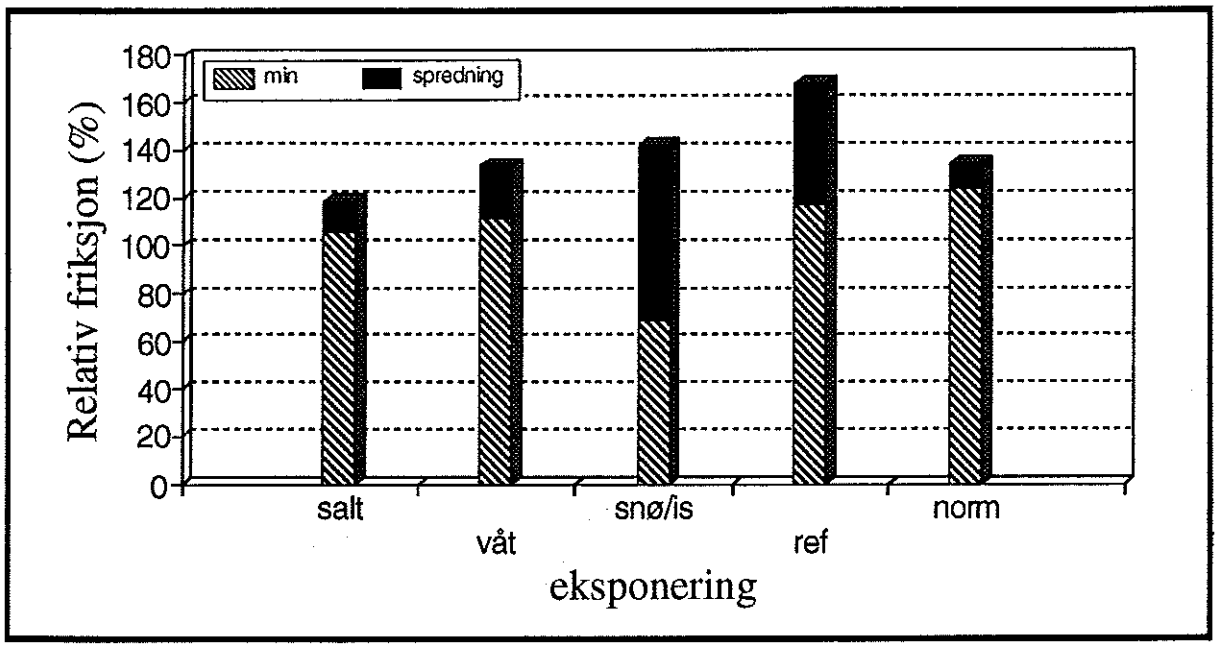
Data for de enkelte målingene ved denne testen er gjengitt i bilagene 4 og 5. I bilag 4 er målingene gjengitt i samme rekkefølge som de er testet, og i bilag 5 er målingene sortert på de forskjellige dekkseriene.

På grunnlag av bilag 4, er det i figur 10 vist hvordan friksjonskoeffisienten forandret seg under testen. Som en ser, avtok friksjonskoeffisienten etter hvert. Disse forandringene i føreforholdene skyldes en poleringseffekt av gjentatte oppbremsinger på samme målestrekning. På grunnlag av målingene med referansedekkene, er det beregnet en regresjonslinje for utviklingen av friksjonen under testens forløp. Ved beregning av relativ friksjon og relativ bremselengde, er målingene på de andre dekkseriene korrigert i forhold til denne regresjonslinjen.

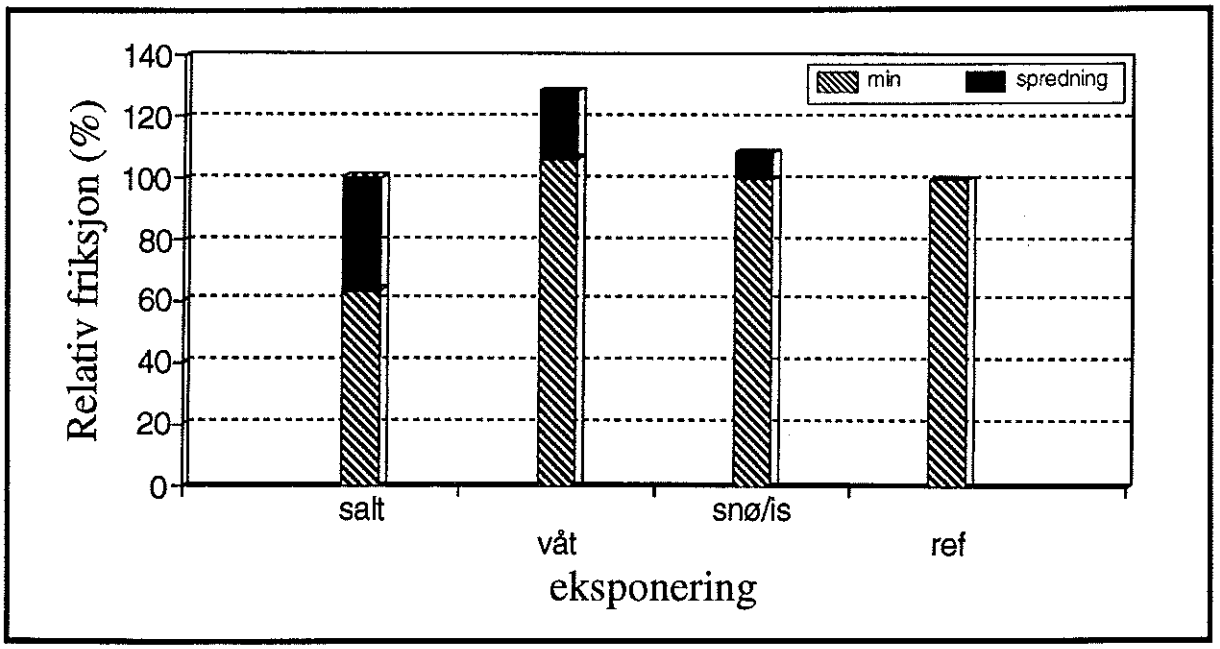


FIGUR 10 Forandring i friksjonskoeffisient ved friksjonstesten etter 1500 km

I figurene 11 og 12 er det gitt en grafisk fremstilling av den relative friksjonen for de enkelte dekkseriene i forhold til referansedekkserien uten pigger. Det er her beregnet middelverdier av målingene ved 50 og 80 km/t. På grunn av nivåforskjell mellom målingene ved 50 og 80 km/t, blir spredningen på disse middelverdiene nokså store. I bilag 6 er det vist figurer for relativ friksjon ved 50 og 80 km/t hver for seg.



FIGUR 11 Relativ friksjon for dekk m/pigg, middelverdier av måling ved 50 og 80 km/t



FIGUR 12 Relativ friskjon for dekk u/pigg, middelverdier av måling ved 50 og 80 km/t

Ut fra en samlet vurdering av piggdekkene med hensyn på friksjon er det ingen entydige forskjeller mellom dekkene. Dekk kjørt på snø/is-føre har stor spredning i målingene. Dette skyldes en menget lav friksjon målt i 50 km/t. Dekk kjørt på saltet veg har lavest friksjon og referansedekkene har høyest friksjon.

For de upiggede dekkene har den dekkserien som er kjørt på saltet veg lavest friksjon.

3.2 Måling av bremselengder

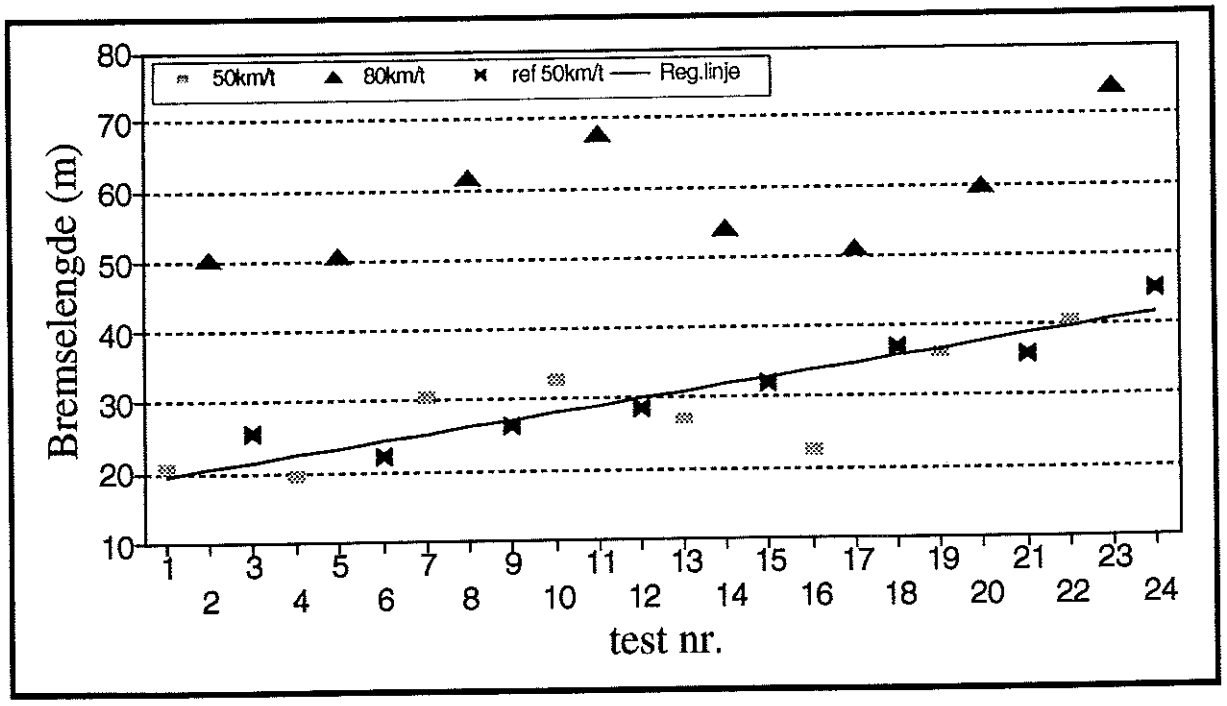
Ved den avsluttende testen etter 1500 km eksponering på de forskjellige føreforholdene, ble det også utført måling av bremselengder. Data for målingene er gitt i bilagene 4 og 5.

Målingene ble utført ved at oppbremsingen startet ved samme punkt hver gang. Strekningen ble oppmålt på forhånd og det ble satt ut kjegler med jevne mellomrom.

Det er noe usikkerhet i bremselengdemålingene pga. at bilen enkelte ganger skled ut mot brøytekant eller snurret rundt.

Bremselengden i 80 km/t er kortere enn den målte friksjonen i starten av oppbremsingen skulle tilsi. Dette fordi det var bedre friksjon mot slutten av bremsestrekningen pga. færre oppbremsinger.

Bremselengden var også avhengig av føreforholdene under testen. På tilsvarende måte som for friksjonstesten, kan en benytte målingene på referansedekkene til å sette opp en regresjonslinje for økningen av bremselengden fra test 1 til 24. I figur 13 er denne regresjonslinjen inntegnet i diagram som viser bremselengden ved de enkelte testene. De andre bremselengdemålingene er korrigert i forhold til denne regresjonslinjen.

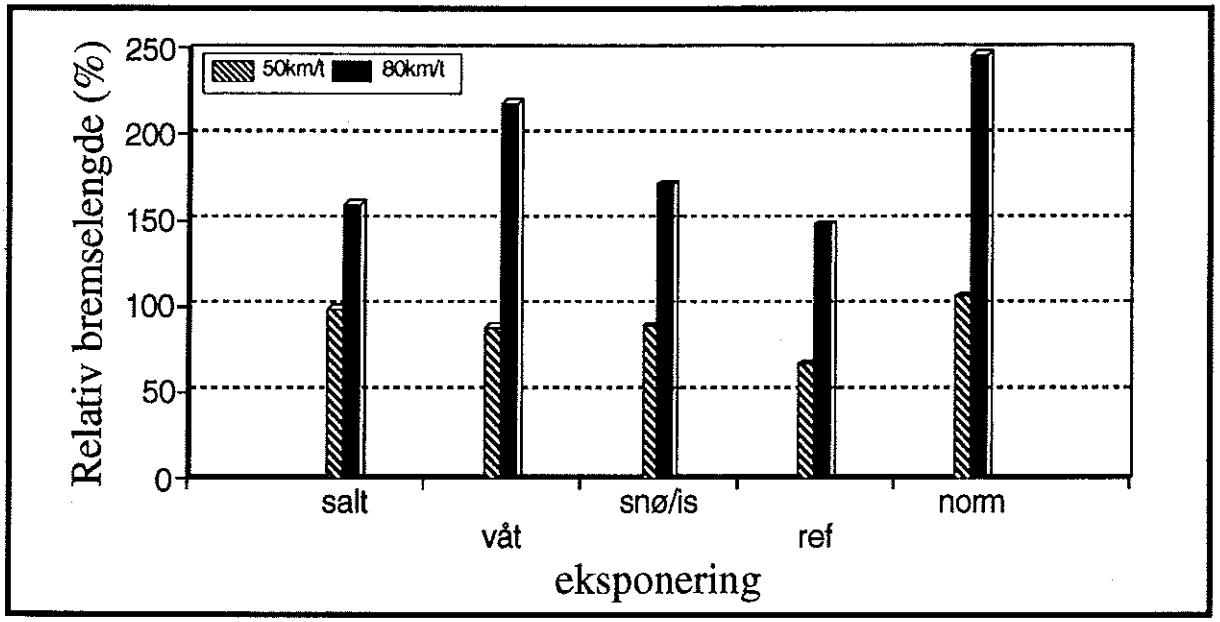


FIGUR 13 Forandring i bremselengde

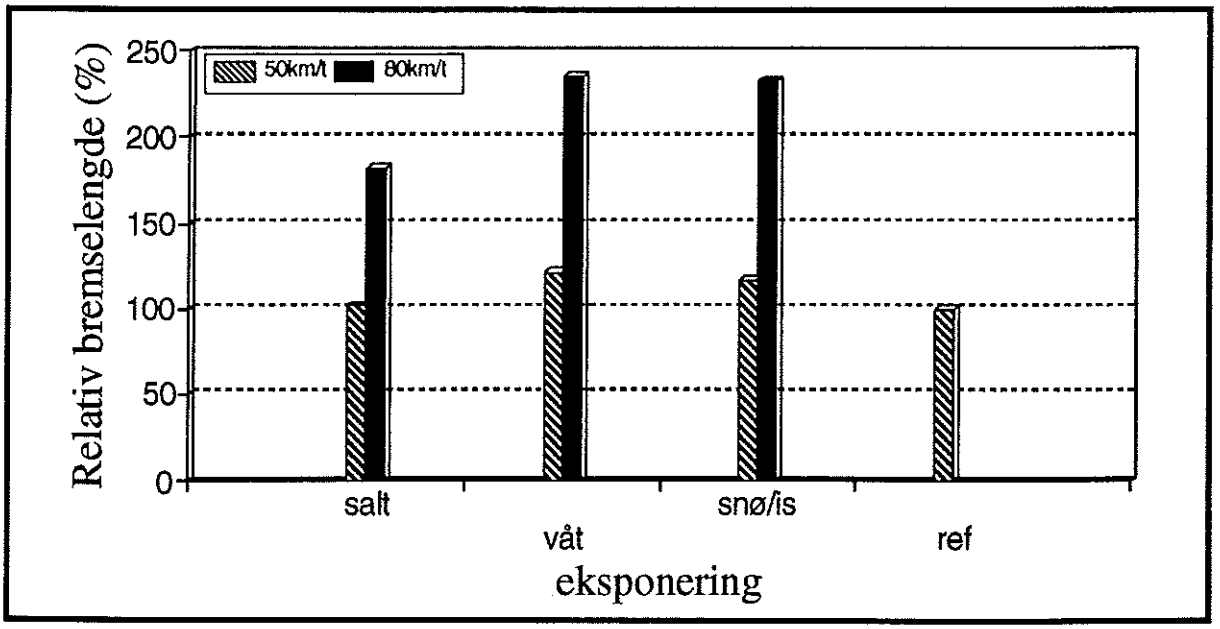
Bremselengdene målt under testen var:

- piggede dekk 50 km/t 19.5-36.2 m
- upiggede dekk 50 km/t 25.6-40.3 m
- piggede dekk 80 km/t 50.4-59.9 m
- upiggede dekk 80 km/t 61.7-73.8 m

Også her har vi beregnet relative bremselengder i forhold til bremselengden målt med referansedekk uten pigg ved testing med 50 km/t. Dette er vist i figurene 14 og 15.



FIGUR 14 Relative bremselengder for de ulike dekkseriene m/pigg



FIGUR 15 Relative bremselengder for de ulike dekkseriene u/pigg

For dekkseriene som var utstyrt med pigg, var det forholdsvis små forskjeller i målt bremselengde ved testing med 50 km/t. Referansedekkene hadde imidlertid kortest bremselengde. Ved testing med 80 km/t var forskjellene større, men referansedekkene hadde fortsatt kortest bremselengde. Lengst bremselengde hadde dekkseriene som var kjørt på "normalføre" og våt usaltet veg.

For dekkseriene uten pigg er det de som har gått på våt usaltet veg og snø-/isføre som har lengst bremselengde. Bremselengden for referansedekkene uten pigger ble målt bare ved hastighet på 50 km/t.

3.3 Sammenligning av friksjons- og bremselengdemålinger

En samlet vurdering av de foreliggende resultatene er noe usikker på grunn av ikke helt entydige målinger. Det er ikke alltid samsvar mellom friksjons- og bremselengdemålingene. I tabell 2 er det gitt en oversikt over relativ friksjon og relativ bremselengde for de ulike dekkseriene.

TABELL 2 Relativ friksjon og bremselengde ved test 3 (1500 km eksponering)

DEKK-SERIE	FØRE-FORHOLD	PIGGEDE/ UPIGGEDE DEKK	RELATIV FRIKSJON			RELATIV BREMSELENGDE		
			50 km/t	80 km/t	MIDDEL	50 km/t	80 km/t	SUM
1A	Saltet veg	Med pigg	107	119	113	98	159	257
2A	Våt, usaltet veg	Med pigg	108	137	123	87	217	304
3A	Snø- og isføre	Med pigg	66	145	105	87	170	257
4A	Referansedekk	Med pigg	106	179	142	66	146	212
5A	Varierende føre	Med pigg	122	136	129	105	246	351
1B	Saltet veg	Uten pigg	66	99	83	101	182	282
2B	Våt usaltet veg	Uten pigg	102	132	117	121	235	356
3B	Snø- og isføre	Uten pigg	101	108	105	117	233	350
4B	Referansedekk	Uten pigg	100			100		

For bedre å kunne sammenligne relativ friksjon og bremselengde, har vi regnet om bremselengden etter formelen:

"Omvendt" bremselengde: (abs. (sum bremselengde - 356) + 200) • 0.5

En får da verdier mellom 100 og 172 med den høyeste verdien som angir de beste friksjonsegenskapene.

I tabell 3 er det gitt en oversikt over dette samtidig som at de ulike dekkseriene er rangert etter økende friksjonsegenskaper. Denne rangeringen viser at de piggede dekkene har klart bedre friksjon enn upiggede dekk. Referansedekkene kommer også bedre ut enn de andre. Dette er nok naturlig da referansedekkene er mindre slitt enn de øvrige dekkene.

Forskjellene mellom de andre dekkseriene er små.

TABELL 3 Rangering av de ulike dekkseriene på grunnlag av friksjons- og bremselengdemåling

DEKK-SERIE	FØRE-FORHOLD	PIGGEDE/ UPIGGEDE DEKK	RELATIV FRIKSJON MIDDEL	"OMVENDT" BREMSE-LENGDE	SUM FRIKSJON OG OMV. BREMSE-LENGDE
4A	Referansedekk	Med pigg	142	172	314
1A	Saltet veg	Med pigg	113	150	263
3A	Snø- og isføre	Med pigg	105	150	255
2A	Våt usaltet veg	Med pigg	123	126	249
5A	Varierende føre	Med pigg	129	103	232
4B	Referansedekk	Uten pigg			
1B	Saltet veg	Uten pigg	83	137	220
2B	Våt usaltet veg	Uten pigg	117	100	217
3B	Snø- og isføre	Uten pigg	105	103	208

4 UNDERSØKELSE AV BELEGG

Mengden med salt, støv og annet belegg på de ulike dekkseriene, ble undersøkt ved SINTEF Teknisk kjemi. Analyserapport for dette er gitt i bilag 7.

Denne undersøkelsen ble utført etter test 3 da dekkene til sammen var eksponert 1500 km på de respektive føreforholdene. Referansedekkene ble også undersøkt for belegg selv om de bare var brukt under testingene (i tillegg til innkjøringen). I tillegg ble helt ubrukte dekk også undersøkt for å kontrollere hvor mye som ble vasket ut av gummi etc.

Undersøkelsen ble utført ved at dekkene først ble vasket med vann. Utifra dette beregnet en mengden med løst støv og salt. Dekkene ble deretter vasket med White spirit for å løse opp bitumenbelegget. Det oppløste belegget ble deretter filtrert for å finne mengden av slam. Det gjenværende bitumenbelegget ble også undersøkt for salt, men det ble ikke påvist målbare mengder med salt i dette.

I tabell 4 er det vist hvor mye som ble renset av dekkene ved de forskjellige prosessene.

TABELL 4 Oversikt over målte mengder med forskjellige typer belegg på de ulike dekkseriene

DEKK-SERIE	FØRE-FORHOLD	PIGGEDE/ UPIGGEDE DEKK	SALT ETTER VASK M/VANN (mg/dekk)	SLAM ETTER VASK M/VANN (g/dekk)	SLAM ETTER VASK M/WHITE SPIRIT (g/dekk)	SLAM TOTALT (g/dekk)	GUMMI, SOT OG BITUMEN (g/dekk)
0	Ubrukte dekk				0.379	0.379	4.590
1A	Saltet veg	Med pigg	14.6	0.025	0.487	0.512	8.368
1B	Saltet veg	Uten pigg	8.8	0.189	1.427	1.616	7.414
2A	Våt usaltet veg	Med pigg	16.3	0.028	0.531	0.559	8.938
2B	Våt usaltet veg	Uten pigg	21.7	0.044	0.901	0.945	8.305
3A	Snø- og isføre	Med pigg	8.3	0.075	1.019	1.094	5.567
3B	Snø- og isføre	Uten pigg	14.7	0.045	0.577	0.622	6.557
4A	Referansedekk	Med pigg	3.8	0.052	0.899	0.951	6.998
4B	Referansedekk	Uten pigg	7.0	0.040	0.842	0.882	7.125
5A	Varierende føre	Med pigg	15.4	0.106	0.555	0.661	9.714

Ved rensing av de ubrukte dekkene, ble det utvasket en del bestanddeler fra gummien. Vi har antatt at det ble vasket ut like mye av disse bestanddelene fra alle dekkene og trukket dette fra for de andre dekkseriene. Dette er vist i tabell 5 der de ulike dekkseriene også er rangert etter hvor mye belegg som er påvist.

Undersøkelsen viser at det ikke er mere salt på de dekkene som har gått bare på saltet veg enn på de andre dekkene. Faktisk er det på de to dekkseriene som er kjørt på våt usaltet veg det er målt mest belegg i form av salt. Dette er overraskende, men forklaringen kan ligge i at det er svært små mengder med salt som er påvist (opptil 21.7 mg/dekk) og dekkene vil trolig renses raskt når de kjøres på annet underlag. Den avsluttende friksjons- og bremselengdetestingen kan ha bidratt til at mengden med salt og belegg på de ulike dekkseriene har blitt noe utjevnet.

TABELL 5 Beregna mengder med belegg fra kjøring på ulike underlag

FØRE-FORHOLD	PIGGEDE/ UPIGGEDE DEKK	SLAM FRA VEG (g/dekk)	SOT OG BITUMEN FRA VEG (g/dekk)	TOTAL MENGDE BELEGG (g/dekk)
Varierende føre	Med pigg	0.282	5.124	5.406
Våt usaltet veg	Med pigg	0.180	4.348	4.528
Våt usaltet veg	Uten pigg	0.566	3.715	4.281
Saltet veg	Uten pigg	1.237	2.824	4.061
Saltet veg	Med pigg	0.133	3.778	3.911
Referansedekk	Uten pigg	0.503	2.535	3.038
Referansedekk	Med pigg	0.572	2.408	2.980
Snø- og isføre	Uten pigg	0.243	1.967	2.210
Snø- og isføre	Med pigg	0.715	0.977	1.692

Ved vasking med White spirit er det i rapporten fra SINTEF Teknisk kjemi påvist "asfaltolje". Denne regner vi med består av bindemiddel fra asfalt samt sot og oljepartikler fra eksos. Dette er den klart største bestanddelen i belegget på dekkene. De totale mengdene med belegg varierer fra 1.7 til 5.4 gram pr dekk. Mest belegg er målt på dekkene som har gått på varierende føreforhold og på våt usaltet veg. Dekkene med minst belegg er de som har gått på snø-/isdekke. Disse har mindre belegg en referansedekkene.

5 VURDERINGER

De utførte undersøkelsene gir ikke grunnlag for å hevde at salting fører til ekstra belegg på dekkene og derav reduserte friksjonsegenskaper.

Friksjons- og bremselengdemålingene viser at dekk med pigg har bedre friksjonsegenskaper enn upiggede dekk. Referansedekkene har best friksjonsegenskaper, noe som kan skyldes mindre slitasje. Forskjellene mellom de andre dekkene er så små at en ikke kan si at noen av de undersøkte dekkene har bedre eller dårligere egenskaper enn de andre. Variasjonene i målingene er også forholdsvis store.

Målingene av belegg viser at dekk som er kjørt kun på saltet veg, har en total mengde med belegg på ca 4 gram pr dekk. Dette er mer enn referansedekkene og dekk kjørt på snø-/isføre, men noe mindre enn dekk kjørt på våt usaltet veg og dekk kjørt på varierende føreforhold.

At dekk kjørt på snø- og isføre har mindre belegg enn referansedekkene kan skyldes at disse dekkene renses ved bruk. Ellers vil nok de lokale forholdene som avrenning, spordannelse, rengjøring osv. i stor grad påvirke mengden med belegg på dekkene.

Den påviste mengden med belegg er liten og det var ikke noe markert belegg på noen av de undersøkte dekkseriene.

Hvor raskt belegget setter seg på dekkene er det utifra denne undersøkelsen ikke mulig å besvare. Belegget vil trolig ha større betydning for egenskapene etter hvert som dekkene blir slitt.

BILAG 1

Merking av de forskjellige dekkseriene som var med i undersøkelsen

Dekkserie 1: Disse dekkene ble kjørt på saltet veg med asfaltdekke.
Dekk med pigger merket: 1A
Dekk uten pigger merket: 1B

Dekkserie 2: Disse dekkene ble kjørt på veg med vått asfaltdekke (usaltet).
Dekk med pigger merket: 2A
Dekk uten pigger merket: 2B

Dekkserie 3: Disse dekkene ble kjørt på snø- og isføre.
Dekk med pigger merket: 3A
Dekk uten pigger merket: 3B

Dekkserie 4: Disse dekkene ble brukt som referansedekk og kun innkjørt.
Dekk med pigger merket: 4A
Dekk uten pigger merket: 4B

Dekkserie 5: Disse dekkene ble kjørt på varierende føreforhold.
Dekk med pigger merket: 5A

BILAG 2

Data fra friksjonstest 1
Ramfjordisen 1991-03-21

Friksjonsmålinger 1991-03-21 Ramfjordisen 600 km, 100 km eksponert

Dekk m/pigg

Ekspo-nering	Dekk nr.	Friksjon 50 km/t			Friksjon 80 km/t		
		1s	2s	3s	1s	2s	3s
salt	1a	0.390	0.400	0.405	0.365	0.370	0.375
våt	2a	0.380	0.375	0.370	0.395	0.400	0.400
snø/is	3a	0.325	0.355	0.355	0.375	0.370	0.370
ref	4a	0.395	0.380	0.350	0.430	0.400	0.365

Ekspo-nering	Dekk nr.	Friksjon 50 km/t	Friksjon 80 km/t	Friksjon middel	St.avvik	St.avvik (%)	Relativ friksjon	
							50km/t	80km/t
salt	1a	0.398	0.370	0.384	0.063	16.3	119.8	101.6
våt	2a	0.375	0.398	0.387	0.030	7.8	112.8	109.4
snø/is	3a	0.345	0.372	0.358	0.020	5.4	103.8	102.1
ref	4a	0.375	0.398	0.387	0.027	7.0	112.8	109.4

Dekk u/pigg

Ekspo-nering	Dekk nr.	Friksjon 50 km/t			Friksjon 80 km/t		
		1s	2s	3s	1s	2s	3s
salt	1b	0.325	0.350	0.340	0.315	0.305	0.315
våt	2b	0.423	0.370	0.370	0.400	0.380	0.363
snø/is	3b	0.305	0.280	0.290	0.350	0.310	0.310
ref	4b	0.358	0.325	0.315	0.388	0.360	0.345

Ekspo-nering	Dekk nr.	Friksjon 50 km/t	Friksjon 80 km/t	Friksjon middel	St.avvik	St.avvik (%)	Relativ friksjon	
							50km/t	80km/t
salt	1b	0.338	0.312	0.325	0.024	7.3	101.8	85.6
våt	2b	0.388	0.381	0.384	0.027	7.1	116.5	104.6
snø/is	3b	0.292	0.323	0.308	0.026	8.5	87.7	88.8
ref	4b	0.333	0.364	0.348	0.028	8.2	100.0	100.0

BILAG 3

Data fra friksjonstest 2
Kattfjordeidet 1991-11-18

Målinger foretatt 1991-11-18 Kattfjordeidet 1000 km, 500 km eksponert

Dekk m/pigg

Ekspo-nering	Dekk nr.	Friksjon 50 km/t			Friksjon 80 km/t		
		1s	2s	3s	1s	2s	3s
salt	1a	0.240	0.240	0.240	0.250	0.250	0.260
våt	2a	0.360	0.340	0.310	0.350	0.350	0.350
snø/is	3a	0.400	0.390	0.390	0.420	0.430	0.420
ref	4a	0.320	0.320	0.320	0.280	0.290	0.310

Ekspo-nering	Dekk nr.	Friksjon 50 km/t	Friksjon 80 km/t	Friksjon middel	St.avvik	St.avvik (%)	Relativ friksjon 50km/t	80km/t	middel
salt	1a	0.240	0.253	0.247	0.007	3.0	80.0	84.4	82.2
våt	2a	0.337	0.350	0.343	0.016	4.7	112.2	116.7	114.4
snø/is	3a	0.393	0.423	0.408	0.016	3.9	131.1	141.1	136.1
ref	4a	0.320	0.293	0.307	0.016	5.2	106.7	97.8	102.2

Dekk u/pigg

Ekspo-nering	Dekk nr.	Friksjon 50 km/t			Friksjon 80 km/t		
		1s	2s	3s	1s	2s	3s
salt	1b	0.230	0.230	0.230	0.270	0.280	0.270
våt	2b	0.300	0.250	0.300	0.240	0.240	0.270
snø/is	3b	0.240	0.250	0.260	0.250	0.270	0.290
ref	4b	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300

Ekspo-nering	Dekk nr.	Friksjon 50 km/t	Friksjon 80 km/t	Friksjon middel	St.avvik	St.avvik (%)	Relativ friksjon 50km/t	80km/t	middel
salt	1b	0.230	0.273	0.252	0.022	8.7	76.7	91.1	83.9
våt	2b	0.283	0.250	0.267	0.026	9.6	94.4	83.3	88.9
snø/is	3b	0.250	0.270	0.260	0.016	6.3	83.3	90.0	86.7
ref	4b	0.300	0.300	0.300	0.000	0.0	100.0	100.0	100.0

BILAG 4

Data fra friksjonstest 3
Kattfjordeidet 1992-01-18

Gitt i samme rekkefølge som ved testing

Friksjonsmålinger 18.01.92 Kattfjordeidet 2000 km, 1000km eksponert

Målte friksjonsverdier er gjengitt i samme rekkefølge som de er testet

Dekk nr	Friksjon 50 km/t		Friksjon 80 km/t		Friksjon	Friksjon	Friksjon middel	Bremselengde målt (m)	
	1s	2s	1s	2s	50 km/t	80 km/t		50 km/t	80 km/t
5a	0.38	0.37	0.40	0.42	0.375	0.410	0.3925	20.5	50.4
4b	0.29	0.29			0.290			25.6	
2a	0.30	0.32	0.37	0.40	0.310	0.385	0.3475	19.5	50.9
4b	0.32	0.27			0.295			22.0	
2b	0.27	0.28	0.34	0.35	0.275	0.345	0.31	30.7	61.7
4b	0.24	0.25			0.245			26.1	
3b	0.24	0.26	0.25	0.27	0.250	0.260	0.255	32.8	67.8
4b	0.20	0.25			0.225			28.6	
3a	0.14	0.16	0.32	0.32	0.150	0.320	0.235	27.2	54.4
4b	0.18	0.20			0.190			31.9	
4a	0.20	0.24	0.33	0.39	0.220	0.360	0.29	22.5	51.1
4b	0.21	0.21			0.210			37.1	
1a	0.20	0.20	0.20	0.23	0.200	0.215	0.2075	36.2	59.9
4b	0.21	0.20			0.205			35.7	
1b	0.11	0.11	0.16	0.16	0.110	0.160	0.135	40.3	73.8
4b	0.14	0.13			0.135			45.1	

Referansedekkenes utvikling under testen

Dekk nr	Friksjon 50 km/t		Friksjon 80 km/t		Friksjon	Friksjon	Bremselengde målt (m)	
	1s	2s	1s	2s	50 km/t	80 km/t	50 km/t	80 km/t
4b1	0.29	0.29			0.290		25.6	
4b2	0.32	0.27			0.295		22.0	
4b3	0.24	0.25			0.245		26.1	
4b4	0.20	0.25			0.225		28.6	
4b5	0.18	0.20			0.190		31.9	
4b6	0.21	0.21			0.210		37.1	
4b7	0.21	0.20			0.205		35.7	
4b8	0.14	0.13			0.135		45.1	

BILAG 5

Data fra friksjonstest 3
Kattfjordeidet 1992-01-18

Sortert på de enkelte dekkseriene

Friksjonsmålinger 18.01.92 Kattfjordeidet 2000 km, 1500km eksponert

Dekk m/pigg

Ekspo-nering	Dekk nr	Friksjon 50 km/t		Friksjon 80 km/t		Bremselengde målt (m)	
		1s	2s	1s	2s	50 km/t	80 km/t
salt	1a	0.20	0.20	0.20	0.23	36.2	59.9
våt	2a	0.30	0.32	0.37	0.40	19.5	50.9
snø/is	3a	0.14	0.16	0.32	0.32	27.2	54.4
ref	4a	0.20	0.24	0.33	0.39	22.5	51.1
norm	5a	0.38	0.37	0.40	0.42	20.5	50.4

Ekspo-nering	Dekk nr	Friksjon målt	Friksjon målt	Friksjon middel målt	Standard avvik	Standard avvik (%)	Korr. relativ friksjon (%)		Korr. relativ bremselengde (%)	
		50 km/t	80 km/t				50km/t	80km/t	50km/t	80km/t
salt	1a	0.200	0.215	0.208	0.013	6.3	106.5	118.7	98.4	158.7
våt	2a	0.310	0.385	0.348	0.040	11.4	107.8	137.1	87.0	217.8
snø/is	3a	0.150	0.320	0.235	0.085	36.3	65.9	144.8	87.6	170.0
ref	4a	0.220	0.360	0.290	0.074	25.7	105.9	179.0	66.4	146.6
norm	5a	0.375	0.410	0.393	0.019	4.9	122.0	136.3	104.9	245.8

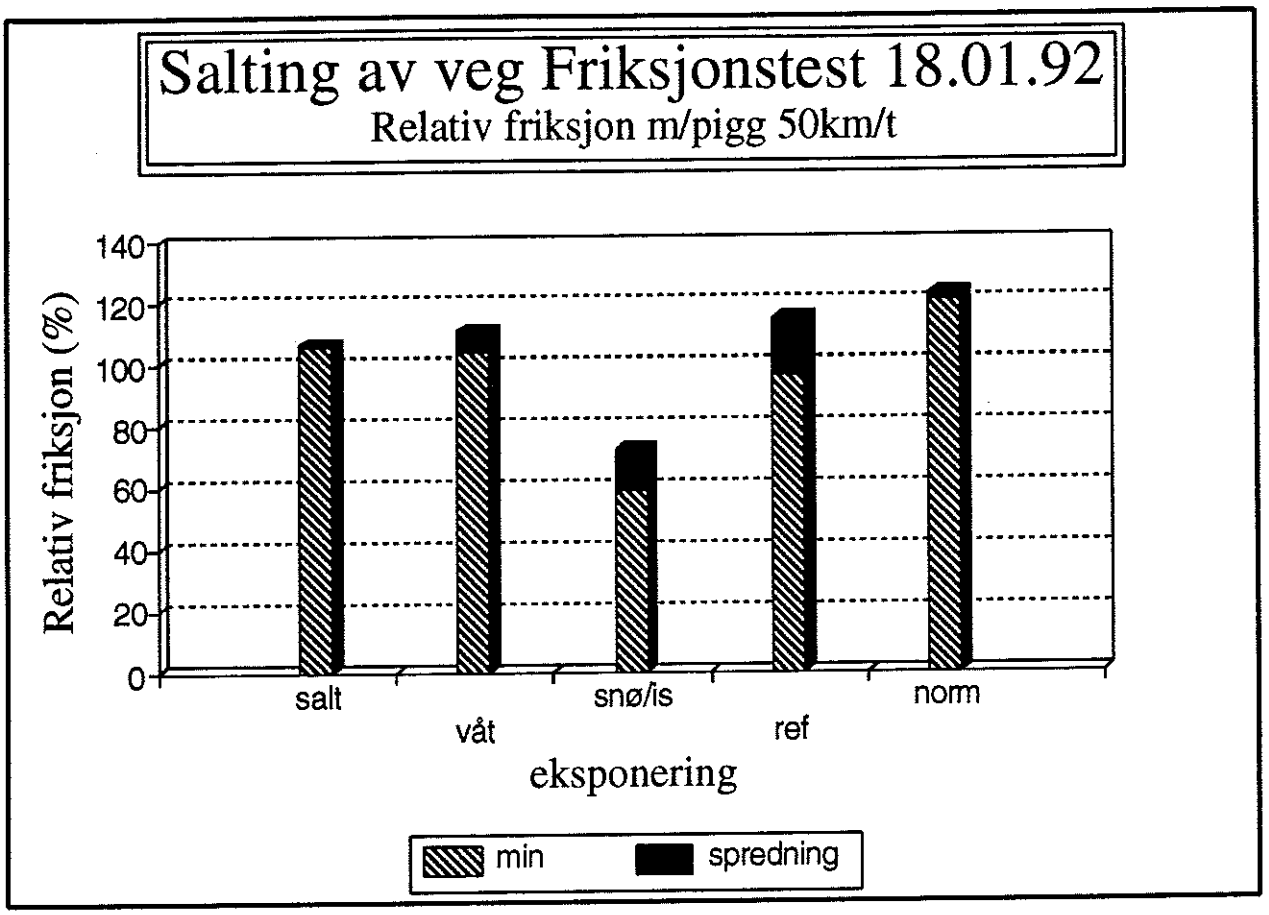
Dekk u/pigg

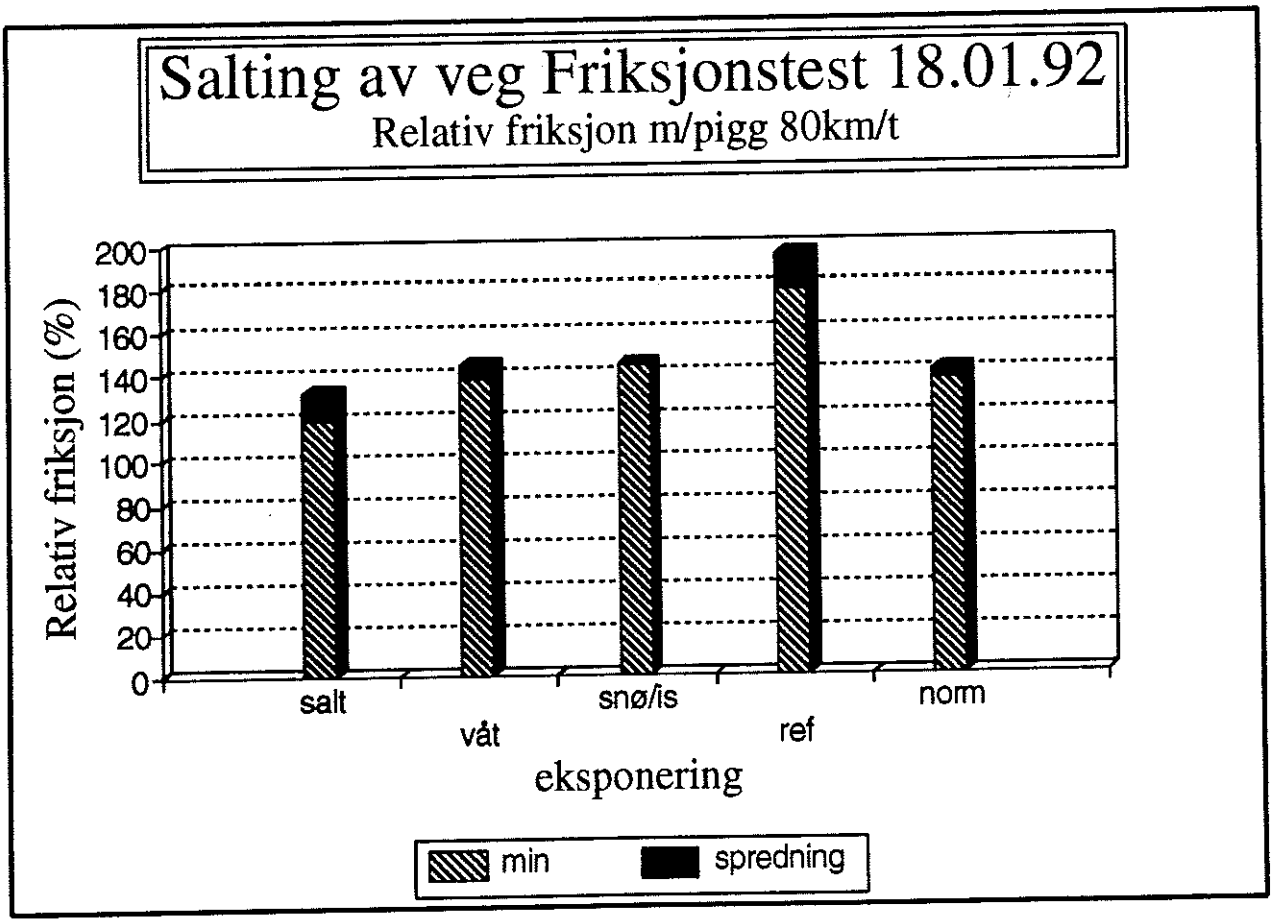
Ekspo-nering	Dekk nr	Friksjon 50 km/t		Friksjon 80 km/t		Bremselengde målt (m)	
		1s	2s	1s	2s	50 km/t	80 km/t
salt	1b	0.11	0.11	0.16	0.16	40.3	73.8
våt	2b	0.27	0.28	0.34	0.35	30.7	61.7
snø/is	3b	0.24	0.26	0.25	0.27	32.8	67.8
ref	4b1	0.29	0.29			25.6	

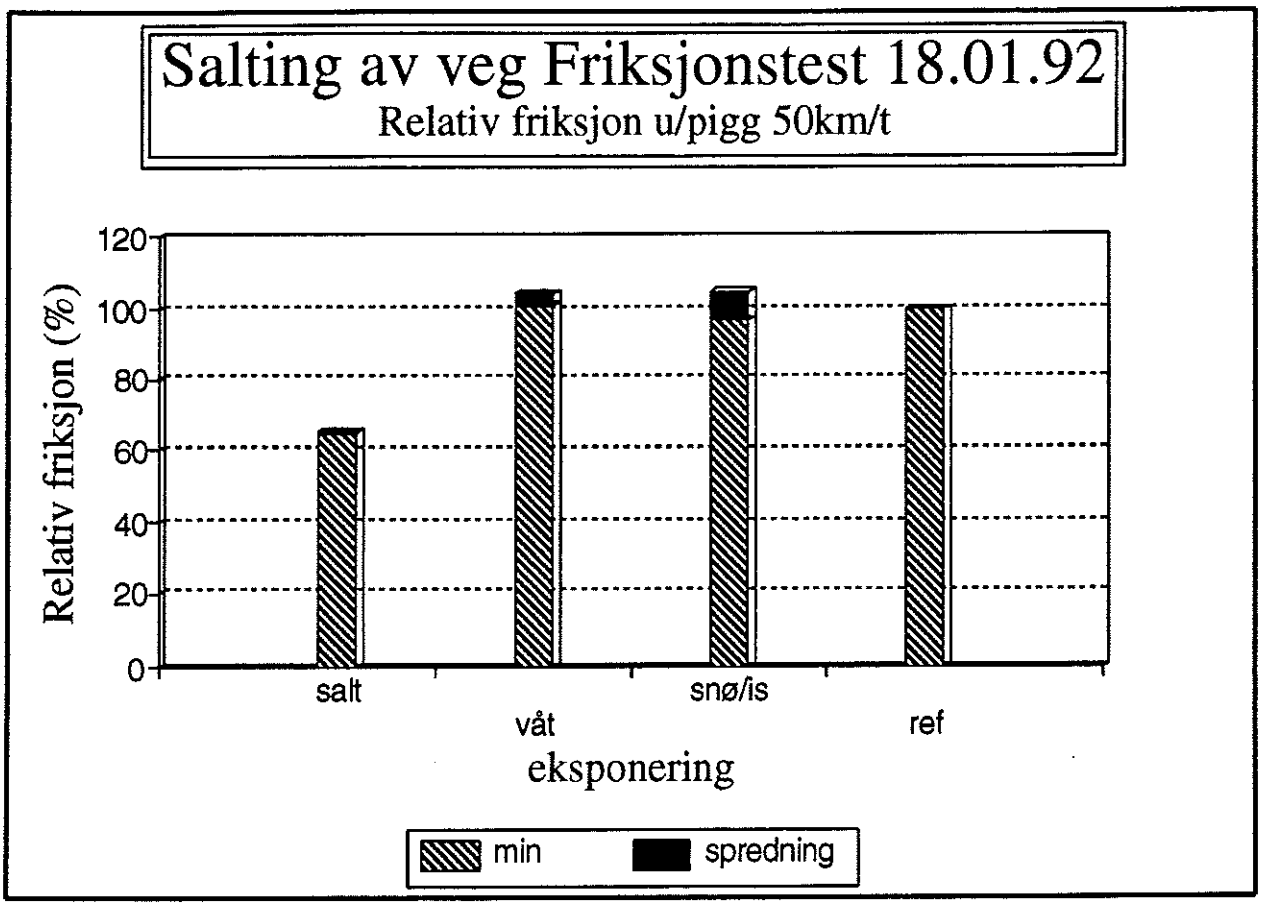
Ekspo-nering	Dekk nr	Friksjon målt	Friksjon målt	Friksjon middel målt	Standard avvik	Standard avvik (%)	Korr. relativ friksjon (%)		Korr. relativ bremselengde (%)	
		50 km/t	80 km/t				50km/t	80km/t	50km/t	80km/t
salt	1b	0.110	0.160	0.135	0.025	18.5	65.5	99.2	101.6	181.7
våt	2b	0.275	0.345	0.310	0.035	11.4	102.8	132.2	121.4	235.1
snø/is	3b	0.250	0.260	0.255	0.011	4.4	101.0	107.9	116.5	232.8
ref	4b1	0.290		0.290	0.000	0.0	100.0	100.0	100.0	100.0

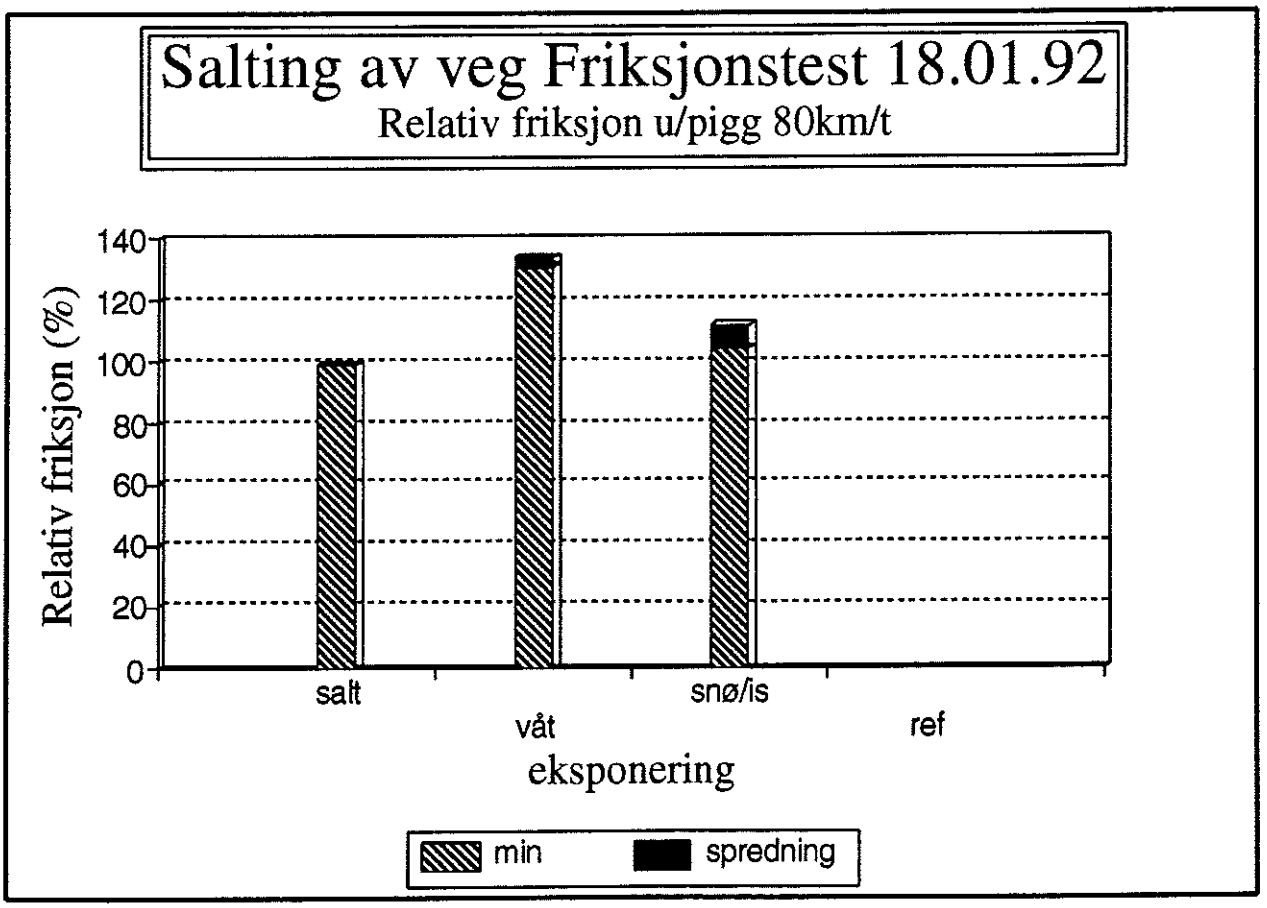
BILAG 6

Relativ friksjon i 50 og 80 km/t
Kattfjordeidet 1992-01-18


Salting av veg Friksjonstest 18.01.92
Relativ friksjon m/pigg 50km/t
Relativ friksjon (%)
140
120
100
80
60
40
20
0
salt
våt
snø/is
ref
norm
eksponering
min
spredning


Salting av veg Friksjonstest 18.01.92
Relativ friksjon m/pigg 80km/t
Relativ friksjon (%)
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
salt
våt
snø/is
ref
norm
eksponering
min
spredning


Salting av veg Friksjonstest 18.01.92
Relativ friksjon u/pigg 50km/t
Relativ friksjon (%)
120
100
80
60
40
20
0
salt
våt
snø/is
ref
eksponering
min
spredning


Salting av veg Friksjonstest 18.01.92
Relativ friksjon u/pigg 80km/t
Relativ friksjon (%)
140
120
100
80
60
40
20
0
salt
våt
snø/is
ref
eksponering
min
spredning

BILAG 7

Analyserapport fra undersøkelse av belegg

Analyserapport

B7-1

SINTEF Teknisk kjemi
Gruppe for sensor- og analyseteknikk

STIFTELSEN FOR INDUSTRIELL OG TEKNISK
FORSKNING VED NORGES TEKNISKE HØGSKOLE

Adresse: N-7034 TRONDHEIM
Telefon: +47-7-59 30 00
Telex: 55 620 sintf n
Telefax: +47-7-59 31 62

SINTEF avd for vegteknikk

v/Uthus

Trondheim, 1992-04-13

Vår ref.: 213000.01/hs

Deres ref.:

Oppdrag: Undersøkelse av belegg på bildekk.

Prøvemateriale	Antall	Form	Prøver mottatt
bildekk	9		

Prøver uttatt av oppdragsgiver

Utført av

Analysemetoder

Anmerkning

Resultat se neste side

H. Semb

for K. Nagy
fagsjef

H. Semb

H. Semb

Se baksiden

Dekk nr.	Cl etter vask med vann mg/dekk	slam etter vask med vann g/dekk	slam etter vask med white spirit g/dekk	asfaltolje etter vask med white spirit g/dekk
Ref.			0,379	4,590
1A	14,6	0,025	0,487	8,368
1B	8,8	0,189	1,427	7,414
2A	16,3	0,028	0,531	8,938
2B	21,7	0,044	0,901	8,305
3A	8,3	0,075	1,019	5,567
3B	14,7	0,045	0,577	6,557
4A	3,8	0,052	0,899	6,998
4B	7,0	0,040	0,842	7,125
5A	15,4	0,106	0,555	9,714